

## КОМПЛЕКСНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАХТНЫХ ПЕЧЕЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ПО ТЕХНОЛОГИИ «МИДРЕКС» НА ОСКОЛЬСКОМ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ

Д.В. Мехряков<sup>1</sup>, В.Г. Грезнев<sup>1</sup>, И.В. Малей<sup>1</sup>,  
С.В. Петров<sup>2</sup>, М.Я. Фахрутдинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической  
теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ») (г. Екатеринбург, Россия)

<sup>2</sup>ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат»  
(г. Старый Оскол, Россия)

Опыт модернизации установок металлизации на ОАО «ОЭМК» показал эффективность стратегического партнерства ЦОиМ с фирмой «Мидрекс» и ОАО «ВНИИМТ» для реализации задач по повышению производительности и оптимизации процесса металлизации. В результате выполненных мероприятий производительность установок металлизации увеличена на 15–20 % (для УМ № 1 увеличение составило 45–50 %), удельный расход природного газа сократился на 5–7 %.

**Ключевые слова:** электросталеплавильное производство, цех металлизации и окомкования, установка металлизации, процесс «Мидрекс», железорудное сырье, базисный инжиниринг.

*Experience in the modernization of the plants metallization of «OEMK» showed the effectiveness of the strategic partnership with the company TsOiM «Midrex» and JSC «VNIIMT» for the implementation of tasks to improve performance and optimize the process of metallization. As a result of the performance measures metallization plants increased by 15–20 % (for UM № 1 increase of 45–50 %), the specific consumption of natural gas decreased by 5–7 %.*

**Keywords:** Steel smelting (Electric Arc Furnace (EAF) Shop), Production of metallized pellets (DRI), DRImodule, TheMIDREX® Process, Iron ore raw materials, Basicengineering.

Цех окомкования и металлизации (ЦОиМ) ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» предназначен для обеспечения металлизированным железорудным сырьем (окатыши и брикеты из мелочи) электросталеплавильного производства комбината (рис. 1). Часть продукции отгружается сторонним потребителям, в том числе на экспорт. Продукция из металлизированного первородного сырья пользуется повышенным спросом на рынке.

В состав ЦОиМ входят:

- отделение окомкования для производства окисленных окатышей из магнетитового концентрата Лебединского ГОКа;
- отделение металлизации для восстановления окисленных окатышей в печах шахтного типа.

В отделении металлизации эксплуатируются четыре установки металлизации типа «Модуль 400» (рис. 2).



Рис. 1. Цех окомкования и металлизации ОАО «ОЭМК»



Рис. 2. Установки металлизации

Процесс металлизации осуществляется по технологии «Мидрекс»:

- окисленные окатыши поступают в зону восстановления шахтной печи. В шахтной печи в противотоке окатышей и горячего восстановительного газа происходит восстановление железа до металлического состояния;

- выходящий из печи колошниковый газ направляется в скруббер для очистки от пыли и охлаждения водой, после чего разделяется на два потока: технологический, используемый для приготовления восстановительного газа и топливный газ, используемый горелками реформера. После очистки технологический газ смешивается с природным;

- подогретый в рекуператоре смешанный газ подается к реакционным трубам реформера. Тепло для нагрева и конверсии выделяется в межтрубном пространстве реформера за счет сжигания смеси природного и топливного газов. Источником водяного пара и двуокиси углерода является технологический газ;

- воздух на главные и вспомогательные горелки реформера подается от воздуходувок;

- после коррекции полученного в реформере конвертированного газа природным газом по метану получается восстановительный газ, направляемый в зону восстановления шахтной печи;

- дымовые газы реформера проходят через рекуператор, нагревая воздух, подаваемый на главные горелки, а также смешанный и природный газы, далее отводятся в дымовую трубу. Часть дымовых газов используется для получения инертного газа, применяемого для газодинамического уплотнения затворов и питателей шахтной печи при штатных режимах;

- из зоны восстановления шахтной печи металлизированные окатыши поступают в промежуточную зону, где происходит дополнительное восстановление и науглероживание. В целях регулирования массовой доли углерода в окатышах используется ввод природного газа в промежуточную зону печи. Пройдя промежуточную зону, окатыши поступают в зону охлаждения, где их температура снижается охлаждающим газом до температуры не выше 70 °С;

- отработанный охлаждающий газ отбирается из верхней части зоны охлаждения шахтной печи. После очистки от пыли и охлаждения водой в скруббере охлаждающий газ подается в нижнюю часть зоны охлаждения шахтной печи. Для предотвращения перетока горячего восстановительного газа в зону охлаждения к охлаждающему газу подается природный;

- выгрузка охлажденных металлизированных окатышей из печи осуществляется маятниковым разгрузочным устройством, расположенном в нижней части печи.

### **Модернизация установок металлизации ОАО «ОЭМК»**

После многолетней эксплуатации произошло снижение производительности установок металлизации. Причинами, приведшими к снижению производства, являлись:

- низкая эффективность катализаторов при повышенном сроке эксплуатации;

- неудовлетворительное состояние основного оборудования: реакционные трубы реформера, компрессора технологического газа и т.д.

Лимитирующими факторами увеличения производительности печей являлись:

- отсутствие технической возможности подъема температуры восстановительного газа;
- работа на предельных режимах эксплуатации систем горения и дымоудаления реформера.

Для обеспечения высокой конкурентоспособности выпускаемой продукции ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» с 2004 по 2013 г. провел модернизацию установок металлизации №№ 1–4 в целях повышения их производительности. Для эффективного решения поставленных задач были заключены контракты с фирмой «МИДРЕКС» (США) на выполнение базисного инжиниринга и ОАО «ВНИИМТ» (г. Екатеринбург) для выполнения комплекса работ – разработка проектной и рабочей документации, авторский надзор за реализацией технических решений. Управление капитального строительства и ремонта (УКСиР) ОАО «ОЭМК» организовало и обеспечило работу подрядных организаций, выполняющих строительно-монтажные работы, а также провело необходимую комплектацию оборудования.

#### **Установка металлизации № 4**

С 2004 по 2005 г. проведена комплексная модернизация отделения окомкования и установки металлизации № 4. Увеличение производства окисленных окатышей составило 14,9 %. Модернизация установки металлизации № 4 позволила увеличить производительность до 84 т/ч (рис. 3).



Рис. 3. Установка металлизации № 4



Модернизация установки металлизации № 4 проведена во время плановых остановок в два этапа:

- капитальный ремонт установки с внедрением мероприятий по обогащению восстановительного газа кислородом, оптимизацией подачи природного газа в шахтную печь и проведением ряда подготовительных работ ко второму этапу модернизации (август – сентябрь 2004 г.);

- модернизация установки металлизации № 4 в полном объеме (апрель – май 2005 г.)

Принята следующая концепция модернизации:

- замена изношенного и не обеспечивающего требуемой производительности оборудования в период проведения планового ремонта, что позволило увеличить производительность установки металлизации № 4 с 52,4 до 73 т/ч;

- максимальное использование мирового опыта при выборе технологии и закупке оборудования;

- привлечение фирмы «MIDREX» для обоснования технических решений.

В период капитальных ремонтов выполнены следующие основные работы:

- полная замена катализатора и реакционных труб реформера;

- частичная замена огнеупорной футеровки шахтной печи;

- замена главной воздуходувки на более производительную;

- замена дымососа на более производительный;

- модернизация приводов компрессоров технологического газа;

- модернизация скруббера колошникового газа;

- модернизация гидрозатвора скруббера охлаждающего газа;

- полная замена насадки градирни грязного оборотного цикла воды; очистка и ремонт механического, энергетического, электрического и оборудования КИПиА.

### **Установка металлизации № 2**

В процессе модернизации производительность установки металлизации № 2 доведена до 81 т/ч, при этом использован опыт оптимизации технологических параметров агрегатов и модернизации установки металлизации № 4. Выполненные мероприятия в основном повторяют технические решения по установке металлизации № 4. Дополнительно предусматривались следующие мероприятия:

- модернизация системы регулирования температурного поля рабочей зоны реформера;

- замена компрессоров инертного газа;

- модернизация приводов компрессоров технологического газа.

### **Установка металлизации № 3**

Для обеспечения необходимой программы производства отделения металлизации производительность установки металлизации № 3 в результате модернизации доведена до 71 т/ч. Выполненные мероприятия повторяют технические решения по установке металлизации № 2 – модернизация оборудования системы гидропривода, внедрение системы кислородной инъекции и системы ввода природного газа в промежуточную зону шахтной печи.

### Установка металлизации № 1

Цель модернизации – увеличение производительности металлизированных окатышей до 95 т/ч. Для этого предусмотрены следующие мероприятия:

1. Увеличение производства восстановительного газа, в т.ч.:
  - повышение производительности реформера с увеличением диаметра реакционных труб, соответствующим изменением конструкции свода и пода реформера; заменой коллекторов смешанного газа и соответствующих трубных соединений, заменой главных горелок на более мощные, а также заменой существующего катализатора на новый типа REFORMEX;
  - обновление компрессоров технологического газа с заменой приводов на более мощные;
  - замена рекуператора на новый с двухступенчатым подогревом воздуха для горения до конечной температуры 675 °С, двухступенчатым подогревом смешанного газа до конечной температуры 580 °С, одноступенчатым подогревом природного газа до температуры 320 °С; существующая система перепуска горячего воздуха, используемая для защиты связей труб на холостом ходу и при нештатных режимах заменяемая системой подачи холодного воздуха, для чего устанавливается дополнительная воздуходувка;
  - внедрение системы десульфурации смешанного газа, необходимой при работе на окатышах с высокой серой без снижения производительности (рис. 4). Система десульфурации включает емкость, содержащую окись цинка, устанавливаемую на выходе смешанного газа из рекуператора при температуре 400 °С и обеспечивающую снижение содержания сероводорода в смешанном газе до уровня 1–5 ppm;



Рис. 4. Система десульфурации установки металлизации № 1

- замена главной воздухоудовки с увеличением ее производительности;
- установка дымососа на линии дымовых газов после рекуператора;
- модернизация скруббера колошникового газа с выносом внутреннего каплеуловителя.

2. Повышение температуры восстановительного газа, в т.ч.:

- внедрение системы инъекции кислорода;
- установка новых компенсаторов на линии восстановительного газа.

3. Оптимизация работы шахтной печи, в т.ч.:

- увеличение внутреннего диаметра шахтной печи за счет замены существующей футеровки на тонкостенную;
- увеличение высоты зоны восстановления за счет замены существующего круглого отвода колошникового газа на овальный;
- улучшение распределения газа и потока материала в зоне восстановления за счет замены существующего одиночного фурменного пояса ввода восстановительного газа на двойной фурменный пояс;
- модернизация системы инъекции природного газа в промежуточную зону печи;

- модернизация коробов охлаждающего газа;

- модернизация системы гидропривода.

Максимальная достигнутая производительность установки металлизации № 1 составляет 108 т/ч.

### **Установка металлизации № 3**

Модернизация проведена в 2013 г. Цель модернизации – увеличение производительности металлизированных окатышей до 82 т/ч. Для этого предусмотрены следующие мероприятия:

- замена главной воздухоудовки на более производительную;
- замена дымососа на более производительный;
- модернизация скруббера колошникового газа;
- модернизация гидрозатвора скруббера охлаждающего газа;
- модернизация системы КИП и А.

В результате выполненных мероприятий производительность установок металлизации увеличена на 15–20 % (для УМ № 1 фактическое увеличение составило 50 %), удельный расход природного газа сократился на 5–7 %. Объем выполненных проектных работ полностью соответствует техническим заданиям, действующим нормам и правилам. Проектная документация успешно прошла экспертизу промышленной и экологической безопасности.